

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

BAKÁLÁŘSKÁ PRÁCE

Liberec 2006

Klára Antesová

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ

KATEDRA HODNOCENÍ TETILÍ

Studijní program: B3107 Textil

Studijní obor: Textilní marketing

Řešení problematiky nalepování grometů ve firmě Johnson Controls

The analysis of the grommets bonding method in the Johnson Controls company

Klára Antesová

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Marie Havlová, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce: Jiří Chour

Rozsah práce a příloh:

Počet stran: 49

Počet obrázků: 2

Počet příloh: 3

V Liberci dne 10.května 2006

Prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním bakalářské práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užít své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

Beru na vědomí, že si svou diplomovou práci mohu vyzvednout v Univerzitní knihovně TUL po uplynutí pěti let po obhajobě.

V Liberci, dne 10. května 2006

.....

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucí mé bakalářské práce Ing. Marii Havlové, Ph.D. za odborné vedení a pomoc při zpracování bakalářské práce.

ANOTACE

Tato bakalářská práce se zabývá řešením problematiky spojování usně se součástkou z měkčeného polyvinylchloridu pomocí vysokofrekvenčního svařování. První část bakalářské práce obsahuje analýzu metody vysokofrekvenčního svařování a analýzu předúprav a povrchové úpravy usně.

Ve druhé části je uveden popis doporučené metody lepení a za podmínky úpravy povrchu usně možnost nadále využívat vysokofrekvenčního svařování .

Poslední část bakalářské práce je věnována stručnému ekonomickému zhodnocení navržené metody .

Klíčová slova:

useň, gromet, předúpravy, povrchová úprava, vysokofrekvenční svařování, lepení

ANNOTATION

The Bachelory Thesis is aimed on solving of the leather jointing with the plasticizing polyvinyl chloride component by the HF welding. The first part of the Bachelory Thesis includes analysis of the HF welding method, leather preliminary treatment and surface treatment methods.

The description of the recommended bonding method and possibility to use HF welding after the suitable leather surface treatment is showed in the second part.

The Bachelory Thesis last part is attended to sententious economic evaluation of the proposed method.

Key words:

leather, grommet, preliminary treatment, surface treatment, HF welding, bonding

POUŽITÉ VELIČINY

k	$[m \cdot kg \cdot V^{-2} \cdot s^{-2}]$	<i>rozměrová konstanta</i>
E	$[V \cdot m^{-1}]$	<i>intenzita elektrického pole</i>
F	$[Hz]$	<i>frekvence</i>
ε		<i>poměrná permitivita</i>
$tg\delta$		<i>ztrátový součinitel materiálu</i>
ω		<i>kruhová frekvence elektrického pole</i>
R	$[\Omega]$	<i>činný odpor</i>
C	$[F]$	<i>kapacita</i>
$\frac{\Delta T}{t}$	$[K \cdot s^{-1}]$	<i>rychlost zvyšování teploty dielektrika</i>
γ	$[kg \cdot m^{-3}]$	<i>měrná hmotnost dielektrika</i>
c	$[J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}]$	<i>měrné teplo dielektrika</i>
K_I	$[J \cdot V^{-2} \cdot m^{-1}]$	<i>rozměrová konstanta</i>
v_I	$[m \cdot s^{-1}]$	<i>rychlost ohřevu</i>

OBSAH

1. Úvod	9
1.1 Účel práce.....	9
2. Teoretická část	10
2.1 Analýza vysokofrekvenčního svařování	10
2.2 Předúpravy a povrchová úprava usní.....	13
2.2.1 Předúpravy usní	13
2.2.2 Povrchová úprava usní.....	14
2.3 Lepení	21
2.3.1 Teorie lepení	21
2.3.2 Lepidla	23
3. Experimentální část	28
3.1 Analýza problémů vysokofrekvenčního svařování pro pojení usně s grometem.....	28
3.1.1 Charakteristika používaného přístroje	28
3.1.2 Analýza vlastností svařované usně	29
3.1.3 Určení příčin problémů při svařování	30
3.1.4 Úprava povrchu svařované usně	31
3.2 Návrh alternativní metody pojení	32
3.2.1 Technologie lepení.....	32
3.2.2 Charakteristika vybraných druhů lepidel	39
3.2.3 Technologie lepení grometu s usní	41
3.3 Porovnání stávající metody vysokofrekvenčního svařování s metodou lepení.....	42
3.4 Ekonomické zhodnocení navržené metody	42
4. Závěr	46
5. Seznam použité literatury	48
6. Seznam příloh.....	49

1. Úvod

Společnost Johnson Controls Automotive ve Stráži pod Ralskem se zabývá výrobou potahů na autosedačky. U výroby potahů autosedaček pro vozy značky Nisan Almera SV4 dochází při pojení součástky z měkčeného polyvinylchloridu (tzv. grometu) s usní ke špatnému spojení.

Pro proces pojení se používá metody vysokofrekvenčního svařování. Firma požaduje, aby gromet byl připevněn celou svou plochou a neodchlipovaly se okraje a aby lícová plocha byla na pohled všude stejná. Spoj musí být trvanlivý a odolávat podmínkám uvnitř vozu. V současné době je největším problémem, že se stroj seřídí podle jednoho dílu usně a na dalším dílu již dochází k nekvalitnímu spojení.

1.1 Účel práce

Cílem práce je najít příčiny nekvalitního spoje a nalezení vhodné metody pro pojení rozdílných materiálů jako je gromet a hovězinová useň.

Vzhledem ke skutečnosti, že při svařování grometu s tkaninou ze syntetických materiálů nedochází k vytvoření nedostatečně pevného spoje, bude práce zaměřena, jak na analýzu metody vysokofrekvenčního svařování, tak i na analýzu usně. Analýza usně se bude zabývat především operacemi v koželužském průmyslu ve fázi předúprav usní a fázi povrchové úpravy.

Analýza stávající metody vysokofrekvenčního svařování a analýza usně povede ke zjištění příčin vytvoření nedostatečně pevného spoje. Na základě zjištění příčin nekvalitního spojování uvedených materiálů bude doporučena jiná metoda pojení nebo pouze úprava v procesu vysokofrekvenčního svařování.

2. Teoretická část

2.1 Analýza vysokofrekvenčního svařování

Vysokofrekvenční svařování se řadí mezi nekonvenční metody spojování dvou a více vrstev termoplastických materiálů nebo příbuzných materiálů působením tepla a tlaku.

Vysokofrekvenční svařování je z hlediska způsobu vzniku tepla a přivádění tepla endotermickým svařováním, při němž se teplo vytváří ve styčných plochách svařovaného spoje. Takto se vytvoří tepelné středisko přímo na těch stranách, které by měly být vzájemně svařeny. Endotermické svařování je založeno na principu toho, že každý materiál je složen z molekul a ty se skládají z atomů. Atom se skládá z jádra tvořeného neutrony a protony, kolem něhož je obal se záporně nabitými elektrony. V atomu obvykle existuje elektrická rovnováha. Podobně i molekuly, skládající se z atomů pak navenek působí jako neutrální. U některých materiálů ovšem dochází k nerovnoměrnému rozložení částic v molekule. Přesunem nebo pohybem částic dochází mezi elektrony a protony a především mezi molekulami k vzájemnému tření a tím k vytvoření tepla. Pokud je pak polarita elektrického pole střídána velmi rychle, vznikne třením molekul dostatečné teplo pro tavení materiálu. [1]

Samotné vysokofrekvenční svařování spočívá ve vložení elektricky neutrálního materiálu do elektrického pole, např. mezi elektrody, které jsou napojené na vysokofrekvenční generátor. Po zapojení proudu dojde k porušení rovnováhy a kladně nabitá částice se posunou k negativnímu okraji, záporně nabitá se posunou k pozitivnímu okraji, čímž se stává materiál polarizovaný. K ohřátí dielektrika dochází prostřednictvím vnitřního tření molekul, které je způsobeno rychlým střídáním směru proudu z vysokofrekvenčního zdroje.

Do ohřívání materiálu se dodává ztrátový (ohřívací) výkon. Pokud jsou dány dielektrické vlastnosti materiálu (ϵ , γ - měrná hmotnost dielektrika, $tg\delta$), lze tento výkon zvětšovat zvyšováním intenzity elektrického pole nebo zvyšováním frekvence. Možnost zvyšování intenzity elektrického pole je omezena průraznou pevností materiálu. Elektrické průrazy je však možno omezit použitím elektroizolační podložky. [2]

Ohřívací výkon vychází ze vztahu:

$$N = 2 \cdot \pi \cdot k \cdot E^2 \cdot f \cdot \varepsilon \cdot \operatorname{tg} \delta \quad [W \cdot m^{-3}]$$

$$k \quad \text{rozměrová konstanta } [m \cdot kg \cdot V^{-2} \cdot s^{-2}]$$

$$E \quad \text{intenzita elektrického pole } [V \cdot m^{-1}]$$

$$f \quad \text{frekvence } [Hz]$$

$$\varepsilon \quad \text{poměrná permitivita}$$

$$\operatorname{tg} \delta \quad \text{ztrátový součinitel materiálu} \quad [2]$$

Pro ohřívací výkon, dodávaný do ohřívaného materiálu je rozhodujícím faktorem součin poměrné permitivity ε (poměrná dielektrická konstanta) a ztrátového součinitele materiálu $\operatorname{tg} \delta$. Poměrná permitivita zvětšuje kapacitu kondenzátoru a tím působí na množství pohlcení energie. Zatímco ztrátový součinitel udává, jaká část celkové energie v kondenzátoru se přeměňuje v materiálu na teplo. [1]

Ztrátový součinitel je dán tangentou ztrátového úhlu δ , který představuje rozdíl mezi intenzitou pole a polarizací. Hodnotu ztrátového součinitele lze určit ze vztahu:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{1}{\omega \cdot R \cdot C}$$

$$\omega \quad \text{kruhová frekvence elektrického pole}$$

$$R \quad \text{činný odpor } [\Omega]$$

$$C \quad \text{kapacita } [F] \quad [2]$$

Rychlost zahřívání dielektrika je možno odvodit z uvedené rovnice:

$$\frac{\Delta T}{t} = E^2 \cdot \omega \frac{\varepsilon \cdot \operatorname{tg} \delta}{\gamma \cdot c} \cdot v_1 \quad [K \cdot s^{-1}]$$

$$\frac{\Delta T}{t} \quad \text{rychlost zvyšování teploty dielektrika } [K \cdot s^{-1}]$$

$$\gamma \quad \text{měrná hmotnost dielektrika } [kg \cdot m^{-3}]$$

$$c \quad \text{měrné teplo dielektrika } [J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}]$$

K_1 rozměrová konstanta [$J \cdot V^{-2} \cdot m^{-1}$]

v_1 rychlost ohřevu [$m \cdot s^{-1}$] [2]

Rychlost ohřevu při vysokofrekvenčním svařování závisí na pracovní frekvenci, na vlastnostech elektrického pole a charakteru svařovaného materiálu, tedy na ztrátovém činiteli materiálu, permitivitě a tepelných vlastnostech. Ztrátový součinitel $tg\delta$ ani permitivita ϵ pro určitý materiál nejsou neměnnými veličinami, ale mění se s teplotou, obsahem vlhkosti, změkčovadeli, plnidly, apod.

Obsah vody má velký vliv na dielektrické vlastnosti materiálu. Přítomnost vody způsobuje podstatné zvýšení permitivity ϵ i ztrátového součinitele $tg\delta$. Naopak materiál, který je zcela vysušen, může mít tak nízké hodnoty dielektrických vlastností, že se nemusí vůbec podařit tento materiál vůbec svařit.

Vysokofrekvenčně lze na základě dielektrických vlastností ohřát textilní materiály z polyamidu, polyacrylnitrilu, polyesteru, acetátů celulosy a polyvinylchloridu. Naproti tomu nelze dostatečně ohřát vlákna polyolefinová. Schopnost ohřevu materiálu ve vysokofrekvenčním poli není dostačující podmínkou pro úplné svaření.

Pro kvalitní sváření je důležitá rovnoměrnost ohřevu, která závisí na homogenitě materiálu, rovnoměrnosti tloušťky materiálu, rovnoběžnosti elektrod, konstantním napětím po celém obvodu elektrody a na závislosti ztrátového součinitele na teplotě. Závislost ztrátového součinitele na teplotě se většinou snižuje s rostoucí frekvencí. Čím větší je závislost $tg\delta$ na teplotě, tím přesnější jsou požadavky na splnění ostatních podmínek rovnoměrnosti.

Na kvalitu sváření má vliv také tvar a šířka svařovacích elektrod. Čím širší je elektroda, tím je omezenější okrajový efekt. Okrajový efekt je funkcí tloušťky materiálu a profilu elektrody. Elektrody působí na svařovaný spoj různým způsobem podle toho, o jaký typ elektrody se jedná.

Plochá elektroda vytváří svár, u něhož skutečná styčná plocha odpovídá přesně šířce použité elektrody. Tající materiál vyteče do stran a vytvoří na obou stranách přívěšky.

Zaoblená elektroda vytváří menší skutečnou plochu, než je plocha elektrody. Mimo zúžené plochy přistupuje z krajních bodů ještě zúžení, které má za následek

rozšíření a zporéznění přívěšku a tím i zmenšení tloušťky spoje.

Elektroda se zkosenou hranou způsobuje zmenšení délky sváru v místě zkosení a vytváří v přívěšku bubliny, představující nežádoucí perforaci a jsou příčinou narušení sváru. [2]

U vysokofrekvenčně svařovaných spojů působí na vznik spoje a jeho tloušťku mnoho faktorů, především se jedná o:

- svařovaný materiál a jeho technické vlastnosti
- kvalitu elektrody
- ztrátový faktor
- permitivitu .

Každý materiál má své specifické parametry, např. chemické složení, teplotu tání, barvu a apreturu, strukturu a měrnou hmotnost, které určují vlastnosti a chování za určitých podmínek, tedy i v elektrickém poli. Tloušťku sváru pak může ovlivnit použitá barva a apretura svařovaného materiálu. Pokud má např. materiál silikonovou apreturu, je svařování velmi ztíženo. U barviv pak dochází působením tepla k rozkladu, což má za následek vznik izolační vrstvy (pigmentová barviva). [2]

2.2 Předúpravy a povrchová úprava usní

2.2.1 Předúpravy usní

Po procesu činění nelze na useň nanášet apretury, neboť nemají dostatečnou měkkost ani stejnoměrné vlastnosti lícové vrstvy po celé ploše. Právě tyto nedostatky se odstraňují v procesech předúpravy, kdy se na vlhkou useň působí roztoky pomocných koželužských přípravků.

Nejběžnější soubor procesů předúpravy tvoří: praní, neutralizace, barvení, mazání, plnění a dočiňování. Z mechanických operací se v procesu předúprav provádí vyrovnávání usně v tloušťce postruhováním nebo štípáním.

Postruhování následuje takřka po ukončení činění. Aby bylo možno usně postruhovat, musí se nejprve snížit vlhkost. Po ždímání se postruhuje na postruhovacích strojích. Postruhuje se od rubové strany na válcových strojích s rotujícím nožovým

válcem, čímž se docílí požadované tloušťky usně.

Po postruhování se provádí neutralizace, jejímž úkolem je vyrovnání pH usně po činění. Pro proces neutralizace se používají zásadité prostředky jako hydrogenuhličitan sodný nebo mravenčan vápenatý, neboť je useň po činění kyselá. Průběh této předúpravy má velký vliv na vlastnosti hotových usní. Nedostatečná neutralizace může způsobit tuhost a lámavost líce usní. Stejně závady mohou vzniknout přeneutralizováním.

Barvení v předúpravě závisí na druhu vyráběných usní. Vyrábí se řada typů barviv. Největší význam však mají barviva anilinová. Jako barviva anilinová se označují všechna uměle připravená barviva. Ta se rozdělují do několika skupin např.: barviva kyselá, přímá, bazická, mořidlová, disperzní, reaktivní. Pro usně se většina barviv připravuje jako směs ze složek jednotlivých kyselých a přímých barviv. Výjimečně se používají barviva bazická.

Další operací v procesu předúpravy je mazání, jehož účelem je získání měkkého charakteru, zvýšení tažnosti a zlepšení pevnosti v ohybu. Těchto vlastností se dosahuje aplikací tukových nebo jiných látek změkčujících kožní hmotu a snižujících povrchové tření vláken ve struktuře. Aplikace je prováděna buď ručně nebo napalováním (ponoření usně do roztaveného tuku) či likrováním (mazání emulzemi tuků nebo olejů ve vodě).

Poslední tzv. mokré úpravy jsou dočiňování a plnění, jimiž se vyrovnává plnost lícové vrstvy v celé ploše usní a upravují se vlastnosti omaku. Dočiňováním je možno zlepšit nevyhovující plnost a lom líce nejčastěji pomocí minerálních materiálů, přírodních tríslovin nebo syntanů. Pro plnění jsou používány speciální plnicí pryskyřice, které zlepšují plnost slabin a řídkých míst i lom líce.

Po předúpravách následuje proces sušení, následné vlhčení a kondicionování. [3]

2.2.2 Povrchová úprava usní

Kvalita vysokofrekvenčního spoje závisí na specifických parametrech svařovaného materiálu, které pak ovlivňují chování v elektrickém poli. Mezi tyto specifické parametry patří i povrchová úprava usní.

Povrchovou úpravou usní se rozumí soubor pracovních operací, při nichž se na vyčiněnou useň nanáší *apretura* nebo je vytvořen povrchový efekt, který zlepšuje její vzhled, elasticitu a trvanlivost. K povrchové úpravě se používá rozsáhlý sortiment

pomocných přípravků. Pro mechanické technologie úpravy se používá řada strojních operací, speciální aplikace úprav, broušení, žehlení, desénování atd. Podle dosaženého efektu na usních je možno klasifikovat povrchovou úpravu na úpravy krycí, anilinové a poloanilinové.

Základem povrchové úpravy je nanášení apretury. Apretury, jimiž se usně upravují, obsahují několik složek, z nichž má každá určitý úkol. Převážně se apretura připravuje z pigmentů, rozpouštědel, změkčovadel, konzervačních plnicích přípravků, fixačních a jiných speciálních složek. Vzájemnou kombinací všech složek se získá apretura, která má potřebné vlastnosti pro úpravu usní. [3]

2.2.2.1 Pigmenty

Nejvýraznější vlastnost povrchu usní je dána pigmenty. Jako pigment se označuje anorganické nebo organické barvivo nerozpustné v systému, z něhož se nanáší. Jelikož se jedná o nerozpustnou složku, vytváří v nátěrové vrstvě heterogenní vrstvu, na níž se světlo selektivně absorbuje. Apretura získává tzv. krycí schopnost (schopnost nepropouštět světelné záření). Tato schopnost však nezávisí na použitých pigmentech, ale i na použitých pojivech a ostatních složkách. Důležitý je rozdíl mezi indexem lomu pojiva a pigmentu. Pokud je index lomu pigmentu shodný s indexem lomu pojiva, apretura je transparentní. Jestliže se od sebe indexy liší, apretura má krycí schopnost.

U pigmentů je velmi důležitá velikost částic. Krycí a barvicí schopnost je nepřímo úměrná střední velikosti částic. Dále se u pigmentu vyžaduje stálost na světle a vůči teplu, jelikož bývá useň při zpracování na různé výrobky vystavena působení vyšších teplot. [3]

Nejčastěji užívané jsou anorganické pigmenty, které jsou stálé a nemění se působením tepla. Nevýhodou je jejich poměrně velká měrná hmotnost, zatěžkávající nátěrový film a způsobující výraznější zhoršení jeho pevnosti a jiných vlastností. Převážně se jedná o relativně levné pigmenty. Ze zástupců anorganických pigmentů je možno zmínit:

černý pigment (uhlík ve formě sazí), jenž má oproti ostatním pigmentům menší měrnou hmotnost.

bílé pigmenty (oxid titaničitý, síran barnatý), dobře odolávající chemickým

vlivům. Působením peroxidu však žloutnou.

žlutý pigment (sulfid kademnatý)

červené pigmenty (sulfid selenidu kademnatého) se vyznačují dobrou krycí schopností, ale jsou drahé.

hnědý pigment (oxid železitý) je velmi levný a často uplatňovaný v koželužství.

modré pigmenty

Tyto barevné pigmenty jsou pak rozetřené s vodou na tekutou pastu, nebo smíchané rozpouštědlem s použitým pojivem. [3]

2.2.2.2 Pojivové součásti

Nejdůležitější složkou apretur z hlediska mechanických vlastností povrchové úpravy jsou pojivové součásti. Jedná se o makromolekulární látky nebo reaktivní sloučeniny schopné polymerace, respektive polykondenzace. Tyto látky zajišťují soudržnost povrchového filmu úpravy, její adhezi k usni a další vlastnosti jako je tažnost, odolnost vůči oděru, vodě aj. Pojiva musí vykazovat podobné vlastnosti jako má useň (ohebnost, měkkost, tažnost), aby při aplikaci nedocházelo k praskání nátěru. Z toho důvodu pojiva obsahují změkčovadla tzv. plastifikátory, které dodají pojivu potřebnou tažnost. Jako pojivové materiály se používají pojiva z přírodních materiálů a syntetická pojiva. [3]

Pojiva z přírodních materiálů

Kasein

Kasein je bílkovina mléka, která se získává srážením mléka kyselinami nebo enzymatickými prostředky. Pro úpravářské účely se více uplatňuje kysele srážený kasein. Kasein je ve vodě téměř nerozpustný ve vodném prostředí dochází pouze k jeho bobtnání. K rozpuštění kaseinu dochází v alkalickém prostředí, nejčastěji pomocí amoniaku, tetraboritanu disodného nebo triethanolaminu. Kaseinové pojivo tvoří čirý, slabě nažloutlý film, který je vhodný pro bílé i světlé apretury. Jeho nevýhodou je křehkost a lámavost, a proto se musí měkčit. Dále jako všechny bílkoviny vytváří kasein film s nízkou odolností vůči vodě a musí být fixován. [3]

Želatina a klíh

Tato pojiva se připravují z kolagenu kožních odpadů nebo z kostí rozvařením ve

vodě. Při nižší teplotě (50 až 60 °C) se získává želatina, která je světlejší a má vyšší viskozitu než klíh. Klíh se vyrábí rozvařením při vyšších teplotách a je charakteristický svou tmavou barvou a menší viskozitou. Obě látky jsou dobře rozpustné ve vodě za tepla, proto se více uplatňují jako příměsi do vodných apretur, kde zvyšují viskozitu. [3]

Vaječný albumin

Jedná se o vaječnou bílkovinu, která se dobře rozpouští ve vodě při nižších teplotách. Zahřáním na 60 °C nevratně koaguluje a stává se nerozpustnou. Povrchová úprava získaná vaječným albuminem má dobrou bilanci odstínu a lze ji leštit. [3]

Krevní bílkovina

Krevní bílkovina je velmi tmavé až dočerna zabarvené pojivo, které se používá na vrchní vrstvy leštěných tmavých úprav ve formě koagulátu nebo ve formě hovězí krve konzervované příměsí fenolů. [3]

Celulóza a její modifikace

Celulóza je ve vodě nerozpustný polysacharid, často využívaný v povrchové úpravě. Aby byla rozpustná, musí se modifikovat. Nejznámější modifikátor je nitrát celulózy (nitrocelulóza). Pro apretury se nitruje do malého stupně, jelikož vyšší nitráty se hůře zpracovávají pro riziko exploze, mají nízkou viskozitu a horší mechanické vlastnosti filmu. Menší hořlavostí se vyznačuje acetát celulózy připravený acetylací bavlny nebo buničiny směsí kyseliny octové a jejího anhydridu. Další používané modifikace celulózy, jsou modifikace rozpustné ve vodě např. methylcelulóza, karboxymethylcelulóza. [3]

Pojiva syntetická

Syntetická pojiva jsou často používaná při výrobě apretur určených pro usně. Lze je různě kombinovat, čímž získává vyrobený film odlišné vlastnosti. Syntetická pojiva umožňují výběr mnoha rozpouštědel nebo dispergujících kapalných prostředí. Nejčastěji používaná pojiva se připravují emulzní polymerací ve vodném prostředí. Jsou dodávána ve formě latexů nebo disperze. Jejich výhodou je dobrá stálost při skladování, lze je dobře mísit s vodou. Dále mají poměrně nízkou viskozitu i při vysokém obsahu sušiny a jsou relativně levné. K výrobě apretur určených pro usně se používají akrylové pryskyřice, dienové a vinylové disperze nebo polyuretanová pojiva. [3]

Akrylové pryskyřice

K nejčastěji používaným polymerním pojivům aplikovaným z latexové disperze patří polymery esterů kyseliny akrylové a methakrylové. Připravují se emulzní polymerací monomeru ve vodě, při čemž se monomer či směs monomerů dispergují ve vodě pomocí emulgátorů. Jako emulgátory se používá mýdlo nebo aniontický tenzid.

Monomery akrylové jsou estery kyseliny akrylové (propanové) nebo methakrylové s alkoholem. Vlastnosti vzniklého polymeru se odvíjí od volby alkoholu. Čím je delší alifatický řetězec alkoholu, tím měkčí a tažnější je charakter polymerního filmu. To však platí jen do určité míry např. alkoholy s více než osmi uhlíky dávají monomery voskovitého charakteru. Methakrylové estery jsou tvrdší, proto se častěji využívají akrylové monomery.

Disperze vytvořené z akrylátů mají dobrou stálost a snadno se míchají s vodnými roztoky. Jsou však citlivé k nízkým teplotám, kdy dochází k nevratnému vysrážení polymeru. Stejně tak jsou citlivé k roztokům elektrolytů (solí, kyselin, zásad). Akrylové polymery jsou bezbarvé, čiré a během stárnutí netmavnou ani nekřehnou. Jsou odolné vůči vodě a řadě organických rozpouštědel (mimo chlorovaných uhlovodíků). Dobře se snáší s kaseinovými a jinými bílkovinovými pojidly. [3]

Dienové a vinylové disperze

Disperze tohoto typu se používají pro tmavší a méně náročné typy usní. Jsou připravovány polymerací dienů (nejčastěji butadienu), chloroprenu, izoprenu a jejich kopolymerací se styrenem, divinylbenzenem a jinými monomery.

Dienový polymer je kaučukovitý a velmi měkký. Nejčastěji se používá do spodních zátěrových vrstev úpravy. Latexy lze míchat s akryláty. Tato pojidla podléhají při stárnutí oxidaci a tmavnou, tudíž dochází i ke zhoršení mechanických vlastností filmů. Do jisté míry lze dosáhnout zlepšení použitím antioxydantů.

Polyvinylacetát je disperzní polymer, který vytváří čiré světlostálé filmy. Filmy jsou ale poměrně tvrdé a křehké. Polyvinylacetát je málo odolný vůči organickým rozpouštědlům, a proto se používá pro úpravu levnějších druhů usní. Vinylacetát se často uplatňuje jako kopolymerující složka akrylátových pojiv.

Polyvinylchlorid vytváří tvrdé filmy s dobrou odolností vůči oděru. Lze je také použít jako kopolymerující složku s akryláty. Uplatňuje se při úpravách vrchních vrstev,

častěji se však aplikuje jako gelovitá pasta nebo fólie změkčená plastifikátorem. [3]

Polyuretanová pojiva

Polyuretanové úpravy jsou stále častěji používané pro velmi dobrou mechanickou i chemickou odolnost. Polyuretany jsou reaktivním typem pojiv, jelikož polymerní materiál vzniká reakcí nízkomolekulárních sloučenin až po nanesení na useň. Tato pojiva lze kombinovat s většinou běžných pigmentů a plnicích přípravků až na pigmenty bazické, které zkracují dobu použitelnosti pojidla. Vlastnosti polyuretanových pojiv se můžou modifikovat buď stupněm zesíťování nebo molekulární strukturou reaktantů. Pro účely povrchových úprav se nejčastěji používají aromatické diisokyanáty a polyisokyanáty.

Diisokyanát je základem většiny polyuretanových apretur. Jedná se však o těkavou látku, která by mohla během vytvrzování nátěrů unikat do ovzduší, a proto se připravují předkondenzáty (látky s vyšší molekulovou hmotností a nižší tenzí par).

Polyisokyanáty se uplatňují při povrchové úpravě, ať už jde o vytvrzování nánosů za normální teploty nebo v sušárně za vyšších teplot. Jejich výhodou je nižší těkavost a delší doba použitelnosti.

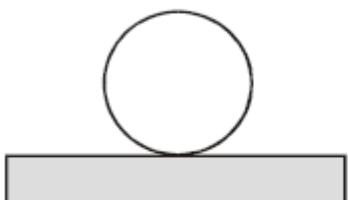
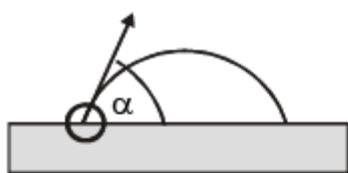
Dalším typem isokyanátových pojidel jsou tzv. jednosložkové skladovatelné apretury. Do této skupiny patří fenyluretany, které jsou stále při nižších teplotách. Při zvýšené teplotě se rozpadají, a proto se musí nátěrové vrstvy vytvrzovat za teplot vyšších než 100 °C, což je pro usně nežádoucí.

Častěji se používají dvousložkové polyuretanové úpravy, kdy se smíchají čisté nebo pigmentové polyisokyanáty a polyestery až před použitím. K reakci mezi složkami dochází ihned po smíchání a směs houstne. [3]

2.2.2.3 Hydrofobní úpravna

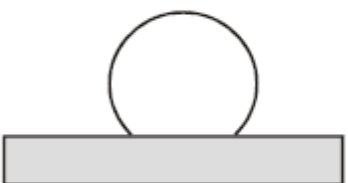
Hydrofobní úprava se řadí mezi ochranné úpravy, jejichž cílem je potlačit smáčivost povrchu, na který je aplikována a propůjčit mu vodoodpudivost. Míra hydrofobity se určuje pomocí úhlu smáčení θ , který se vytváří na rozhraní tří fází (mezi kapalinou, daným materiálem a vzduchem). Čím vyšší je pak úhel smáčení, tím lepší je vodoodpudivý odperlující efekt viz obr.

Obr.č.1 Úhel smáčení .[4]



$\alpha = 180^\circ$ úplná hydrofobizace

Odperlování vodních kapek



$\alpha > 90^\circ$ špatné smáčení



$\alpha < 90^\circ$ znatelné smáčení



$\alpha = 0^\circ$ úplné smáčení

volným rozprostíráním

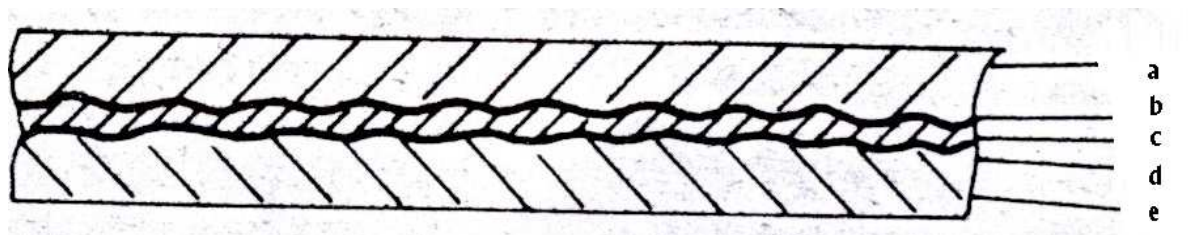
Pro tuto úpravu se používají různé parafinové emulze, kvarterní aminové sloučeniny a hydrofobizační prostředky na bázi polysiloxantů. Hydrofobizační prostředky na bázi polysiloxantů vytváří filmy nejenom pružné a hladké, ale i prodyšné. Tyto prostředky poskytují dostatečnou stálost úpravy, jsou snadno aplikovatelné, mají výborný odperlující efekt, příjemný tzv. „silikonový omak“. Mezi jejich další výhody patří univerzální použití pro všechny typy vláken a možnost syntézy z elementárního křemíku.[4]

2.3 Lepení

Lepení je všeobecně technologický postup, při kterém se dosahuje trvalého spoje stejných nebo rozdílných materiálů pomocí lepidla. Každý lepený spoj lze považovat za soubor pěti navzájem vázaných vrstev, kde míra adheze¹ každé jednotlivé vrstvy k vrstvám sousedním i koheze² vrstev samých může značně ovlivňovat celkovou kvalitu spoje. Jedná se o tyto vrstvy:

- lepený materiál na jedné straně spoje (a)
- mikrovrstva, v níž se lepidlo a nerovnosti povrchu lepené hmoty prolínají na jedné straně spoje (b)
- vlastní film lepidla (c)
- mikrovrstva, v níž se lepidlo a nerovnosti povrchu (póry) povrchu lepení hmoty prolínají, na druhé straně spoje (d)
- lepený materiál na druhé straně spoje (e) [5]

Obr.2 Schéma struktury lepeného spoje [5]



Lepidlo a slepovaný materiál nemajú väčšinou stejné chemické složení, a preto je spojenie heterogénne. Z fyzikálneho hľadiska sa vysvetľuje lepený spoj pomocou adhezie a kohezie. [2]

2.3.1 Teorie lepení

Při praktickém lepení se vždy vychází ze dvou teorií. Teorie mechanické a teorie specifické.

¹ Adheze (přilnavost) je souhrn fyzikálních sil, kterými jsou vzájemně poutány částice různých hmot.[4]

² Koheze (soudržnost) je stav, při kterém drží molekuly nebo atomy v homogenní látce pohromadě. [4]

Mechanická teorie vysvětluje proces lepení jako pronikání tekutého adheziva³ do pórů slepovaných materiálů, kde dojde po zatvrdnutí lepidla ke spojení obou povrchů slepovaných materiálů mechanickými můstky adheziva. Tyto můstky jsou zakotveny v pórech slepovaných materiálů. Pevnost spoje závisí na poréznosti těchto materiálů a na pevnosti vytvrzeného adheziva, tj. na kohezi. Podle této teorie by bylo možné slepovat pouze materiály s porézním povrchem. Uvádějí se však názory, že pórovitý povrch slepovaných materiálů zvyšuje pevnost spoje ne jako důsledek tvorby mechanických můstků, ale tím, že se zvětší povrch kontaktu lepidla a slepovaného materiálu.

Naproti tomu specifická teorie považuje za podstatný faktor spojení slepovaných materiálů s dokonale hladkými a rovnými plochami specifické mezimolekulární adhezivní síly, které závisí na určitých fyzikálních a chemických vlastnostech adheziva a slepovaného povrchu. [2]

Vzájemné působení adheziva a adherentu⁴ se považuje za souhrnný efekt mechanické a specifické adheze, přičemž je větší význam přikládán specifické adhezi. Při výběru vhodného lepidla je nutné předem uvážit vlivy, které působí na kvalitu spoje. Tyto vlivy se dělí na fyzikální a chemické.

Nejdůležitější fyzikální vlastnosti z hlediska adheziva a adherentu jsou:

- *pórovitost nebo hladkost povrchu spojovaných materiálů.* Pórovitost povrchů je výhodná z důvodu absorpce plynů nebo vodních par, které často vznikají při vytvrzování adheziva a tím jsou eliminovány.
- *povrchové napětí pojiva a smáčivost povrchu adherentu.* Lepidla, která dobře smáčejí povrch lepených materiálů, mají dokonalou adhezi. Ke smáčení dochází, pokud jsou mezimolekulární síly mezi adhezivem a adherentem větší nebo se rovnají kohezním silám adheziva. Jestliže jsou kohezní síly lepidla větší než mezimolekulární síly mezi spojenými vrstvami, utváří se z adheziva na povrchu adherentu kapky.
- *skupenství adheziva*
- *tloušťka a vlastnosti adhezivního filmu.* Tloušťka filmu má vliv na výslednou pevnost spoje, jelikož větší tloušťka spoje často vede ke snížení pevnosti.

³ Adhezivum (lepidlo) materiál, který vytváří spoj mezi povrchy adherentů účinkem adheze. [5]

⁴ Adherent je materiál, který se pojí lepením. [6]

- *tlak a doba působení při lepení.* Je-li tlak při lepení rovnoměrný, napomáhá rovnoměrnému rozložení filmu adheziva a odstranění vzduchových bublin. Předčasné uvolnění tlaku může vést k vytvoření vzduchových bublin, které narušují pevnost spoje. Naopak nepřiměřený tlak může vést k trvalé deformaci lepených částí nebo k přílišnému vytlačení lepidla ze spoje. Velikost tlaku závisí na druhu použitého lepidla.

Mezi nejdůležitější chemické vlivy se řadí:

- *hodnota pH.* Hodnotu pH je důležité sledovat u adheziva z důvodu možného porušení spojovaných materiálů.[2]
- *polarita lepeného povrchu a adheziva.* Polarita má velký vliv na lepený spoj. Jestliže se lepí dva materiály rozdílné polarity, musí se např. rozdílná polarita vyrovnat vložením látek, které mají kombinovanou polaritu. Další možností je vyrovnání polarity přidáním látek, jejichž molekuly obsahují kromě polární skupiny také nepolární skupinu, která má větší hmotnost radikálu než polární skupina. Možná je také polarizace nepolárních polymerů. Tyto tři možnosti se někdy nazývají jako spojování lepením s použitím mezivrstvy – primeru. [5]
- *polymerační stupeň makromolekulárních adheziv.* Adheze polymerů je tím větší, čím nižší je jejich molekulová hmotnost. Polymery s nižší molekulovou hmotností vytváří příznivější podmínky difúze, ale na straně druhé vykazují malou kohezni pevnost. To způsobuje nedostatečné mechanické vlastnosti adheziva, zvláště pak jeho odolnost proti deformaci.
- *chemická stavba adheziva a adherentu*
- *chemické nečistoty.* Lepené povrchy bývají často znečištěné, proto je třeba povrchy slepovaných materiálů před nanášením adheziva odmastit a očistit. [2]

2.3.2 Lepidla

2.3.2.1 Vlastnosti lepidel

Vlastnosti lepidel značně ovlivňuje: polymerační stupeň adheziva, přídavek plniva, viskozita, homogenita a objemová stálost.

U lepidel, obsahujících makromolekuly s vyšším polymeračním stupněm se zlepšuje tepelná odolnost. Makromolekuly vyššího polymeračního stupně jsou vhodnější k vytvoření pevného filmu lepidla. Naopak makromolekuly nižších

polymeračních stupňů lépe difundují do mikroskopických pórů povrchu. S rostoucí délkou molekuly také stoupá viskozita roztoků, klesá adheze k podkladu a stoupá koheze. Aby mělo lepidlo ve spáře správnou funkci, musí mít vysokou adhezi k podkladu a zároveň musí mít vysokou kohezi. Z tohoto důvodu musí být v lepidle zastoupeny v kompromisním poměru vysokomolekulární a nízkomolekulární složky.

Vedlejší skupiny na řetězci polymeru také ovlivňují vlastnosti lepidel. Těmito skupinami jsou určovány polární charakteristiky, rozpustnost a tuhost filmu lepidla.

Dále je podstatný přídavek plniva, který reguluje viskozitu lepidla a tím nepřímo zabraňuje jeho prosakování do podkladu. Plnivo však může sloužit k rozvedení vnitřního pnutí lepidla nebo k vyrovnání fyzikálních vlastností lepidla a lepené hmoty.

Pro zlepšení adhezních vlastností a tuhosti lepidel se přidávají změkčovadla. Přídavkem změkčovadel se zlepšuje i pohyblivost makromolekul, což způsobuje jejich snadnější pronikání do mikroskopických pórů povrchu lepené hmoty. Obsah změkčovadel v lepidle by neměl být vyšší než 20%.

Další složkou lepidel jsou rozpouštědla, sloužící v adhezivu jako pomocný prostředek usnadňující rovnoměrné nanesení polymeru na lepený povrch. Rozpouštědlo zlepšuje také smáčivost povrchu, a tím i kontakt lepidla s mikropovrchem. Tato látka se musí z filmu lepidla vždy odstranit, ať už předběžným odstraněním ve fázi otevřeného sestavení spoje, nebo jeho vsáknutím do jedné nebo obou lepených ploch a odpařením. Pokud se jedná o reaktivní rozpouštědlo, odstraňuje se polymerací.

Vlastnosti lepidel ovlivňuje jejich viskozita a homogenita. Čím je lepidlo viskóznější, tím hůře se nanáší. Homogenita je samozřejmým předpokladem pro úspěšné lepení, jelikož některých lepidel může po čase dojít k sedimentaci jednotlivých složek.

Vliv na vlastnosti lepidel má též objemová stálost filmu lepidla, která se mění při tuhnutí adheziva ve spáře. Nejméně se smršťují lepidla tavná a lepidla reaktivní, oproti tomu mají největší ztráty na objemu lepidla disperzní a rozpouštědlová na bázi termoplastických polymerů.[5]

2.3.2.2 Hlavní složky lepidel

Lepidlo je definováno jako systém, který se skládá z více složek a ve většině případů jde o koloidní systémy. V praxi je nejvýhodnější považovat lepidlo za systém

složený z pěti složek.

První složkou je *adhezivní základ* (pojivo). Je to látka, která dodává lepidlu a zhotovenému spoji určité požadované vlastnosti jako pevnost a odolnost. Aby lepidlo správně plnilo svou funkci v daném konkrétním spoji určitého adherentu, musí mít jeho adhezivní základ chemickou strukturu, molekulovou hmotnost, polymerační stupeň, krystalitu, rozpustnost, chemickou a tepelnou odolnost, případně jiné vlastnosti, rozhodující o vlastnostech lepidla i hotového spoje.

Druhou složkou lepidla je *nosné médium* (nosič). Podle formy lepidla se může jednat o rozpouštědlo, ale i fólie, papír, textil nebo vláknitou rohož. U kapalných lepidel je úlohou rozpouštědla jako nosiče zabezpečit určitou konzistenci, viskozitu, možnost nanášení rovnoměrné vrstvy, atd.

Třetí složkou adheziva jsou katalyzátory a tvrdidla. Tyto činidla nemusí být v každém lepidle. Zabezpečují zesíťování, což je vytvrzovací reakce, při které zůstávají katalyzátory beze změny, ale tvrdidla se na ní naopak spolupodílejí a vytváří výslednou síťovou nebo prostorovou strukturu. Poměr tvrdidla a adheziva je důležitý z hlediska výsledných fyzikálních vlastností vytvrzeného lepidla. Množství katalyzátorů bývá podstatně menší, v takovém množství, aby molekuly adheziva začaly reagovat.

Další složku lepidla tvoří: urychlovače, inhibitory a retardéry. Jsou to látky, kontrolující proces vytvrzování a bývají obsažené v jednosložkových i vícesložkových reaktivních lepidlech. Funkcí urychlovače je zrychlit vytvrzovací reakci vyvolanou katalyzátorem. Inhibitor má za úkol reakci zastavit a retardér zabezpečuje uložení nebo zpracování lepidla v přípravném stavu až do okamžiku, kdy je potřeba, aby proběhla reakce.

Modifikátory jsou poslední z hlavních složek lepidla. Tyto látky mají měnit technologické vlastnosti, použití nebo výsledné vlastnosti spoje. Mezi modifikátory se řadí: plnidla, nastavovače, ředidla, změkčovadla, pigmenty, barviva, stabilizátory, smáčedla a přísady, které mají udržet v rovnováze žádaný koloidní stav (suspenzi, emulzi, disperzi). [6]

2.3.2.3 Klasifikace lepidel

Lepidla tvoří širokou a chemicky různorodou skupinu spojovacích materiálů. Vzhledem k této skutečnosti lze adheziva roztrždit do jednotlivých kategorií různým

způsobem podle několika hledisek. Nejznámější klasifikační systémy lepidel vycházejí z těchto hledisek: chemické složení, druh vazby, nosné médium, forma a fyzikální stav, tekutost, způsob vytvrzování, případně způsob tvoření vazby, lepivost, odolnost a reaktivita, použití. Rozlišné je také rozdělení lepidel určených pro oděvní účely, kde jsou adheziva klasifikovaná podle chemického složení, konzistence a účelu použití. [5]

Rozdělení lepidel podle:

- chemické podstaty spoje na:
 1. termoplasty
 2. reaktoplasty
 3. polymeraci během lepení
- aplikačních charakteristiky na:
 1. konstrukční lepidla
 2. tavná lepidla
 3. lepidla citlivá na tlak
 4. kontaktní lepidla
 5. anaerobní lepidla
 6. tmely
 7. lepidla pro krátkodobé spoje
- materiálového základu lepidla na:
 1. syntetické elastomery
 2. syntetické pryskyřice
 3. přírodní kaučuk
 4. přírodní pryskyřice, oleje, klovatiny
 5. živočišné proteiny
 6. celulóza a škrob
 7. anorganické látky
 8. Fyzikální formy:

9. kapalina
10. pevná látka
11. pasta
12. film, páska
13. voda jako rozpouštědlo
14. rozpouštědlo jiné než voda

▪ lepený materiál:

1. kov
2. dřevo
3. elastomery
4. plasty
5. papír a lepenka
6. textil a obuv
7. sklo a keramika [5]

3. Experimentální část

3.1 *Analýza problémů vysokofrekvenčního svařování pro pojení usně s grometem*

3.1.1 Charakteristika používaného přístroje

Ve firmě Johnson Controls je používán pro svařování 3 kW svařovací lis Colpitt (viz. příloha č.1). Jedná se o vysokofrekvenční systém, schopný spojovat několik rozdílných materiálů metodou svařování. Svařovací lis je vybaven dvěma elektrodami, přičemž dolní elektroda je nastavitelná, zatímco horní elektroda se pohybuje ve vertikálním směru v nastavitelném rozmezí. Pohon lisu je zajišťován pomocí pneumatického válce. Uživatel přístroje může nastavovat následující parametry:

- *časové zpoždění* – doba používaná pro stlačení svařovaných materiálů, čímž je vytvořeno maximální spojení před vlastním svařováním.
- *dobu svařování* – doba, po kterou je do lisem spojených materiálů dodávána vysokofrekvenční energie.
- *dobu chlazení* – doba používaná pro ochlazení svařených materiálů po svařovacím cyklu.
- *vysokofrekvenční výkon*
- *mezeru lisovadla*
- *teplotu lisovadla*

Ve svařovacím lisu jsou svařovány dvě vrstvy fólií. Při svařování přechází pomocí elektrod do těchto fólií vysokofrekvenční energie, která je generována generátorem.

Potřebný vysokofrekvenční výkon závisí na: materiálu, tloušťce materiálu, výkonu lisu, teplotě ohřívací desky, svařovaném povrchu, tlaku vzduchu, apod.

Pro svařování usně s grometem je nastaven proud na 4,3 ampér a čas se nastavuje v intervalu od 3 do 5 sekund. [8]

3.1.2 Analýza vlastností svařované usně

V našem případě se vysokofrekvenčně pojí polyesterová tkanina nebo useň se součástkou z měkčeného polvinylchloridu tzv. grometem (viz. příloha č.2). Při svařování polyesterové tkaniny s grometem nedochází ke špatnému spojení těchto materiálů, proto bude analyzovaná pouze useň a to z hlediska předúprav a povrchové úpravy, která ovlivňuje svařitelnost s grometem.

Pro výrobu autosedaček jsou používány hovězinové usně, které dodává firma Eagle Ottawa Warrington. Jejich základní proces úpravy je následující. Na vyčíněný materiál jsou po barvení nanášeny dva povrchové nátěry. Základní nátěr je aplikovaný tzv. bezvzduchovým stříkáním, v němž se apretura rozptýlí hydraulickým tlakem. Tento nátěr je nanášen přibližně v tloušťce 15 mikronů. Jeho hlavní složky tvoří akrylové pryskyřice, pigmenty, plnidla a vosky. Jako plnidla jsou používány silikony, které vytváří lepší pokrytí a sytost. Tento nátěr dává usni jednotnou barvu a pomáhá skrýt povrchové vady. Nátěr musí mít dobrý ohyb a nesmí praskat.

Po aplikaci základního nátěru následuje sušení usně v sušičce na 85 °C. Poté následuje odležení 24 hodin, které zajistí kompletní vytvrzení primárního nátěru. Jako další operace je zařazeno měkčení a vzorování. Měkčení se provádí napínáním přes válečky. Vzorování se používá pro dosažení konečného povrchového vzoru a dociluje se pomocí tlaku a tepla, které působí na useň při průchodu soustavou válců.

Vrchní nátěr se na useň aplikuje také stříkáním a to v tloušťce 5-10 mikronů. Nátěr se skládá z polyuretanové pryskyřice, která ještě obsahuje malé množství pigmentu. Pigment se přidává pro dosažení finálního barevného odstínu. Poslední složkou druhého nátěru jsou silikonové vosky, používané pro dosažení požadovaného povrchového omaku. Tento vrchní nátěr dává usni odolnost vůči oděru, při čemž musí být dobře ohebný bez vytvoření prasklin.

Po provedení druhého nátěru se useň opět suší a následně je kontrolována a podrobená laboratorním zkouškám.⁵

Při sestavování úpravářského roztoku a postupu úpravy je nutné vycházet z charakteru usně a požadavků a její funkční vlastností. Většina vyhovujících apretur se

⁵ Informace poskytnuté firmou Eagle Ottawa Warrington, která je dodavatelem usně pro Johnson Controls Automotive

vyvíjí empiricky a je obvykle nutno provést řadu zkoušek úpravy, než se dosáhne optimálních výsledků na určitém typu usně. Při volbě úpravářských prostředků se musí přihlížet nejen k technickým možnostem, ale také k výrobní nákladům. Povrchová úprava je braná jako vyhovující jen tehdy splňuje-li estetickou funkci, tj. dává usni předpokládaný vzhled, omak a ostatní požadované vlastnosti, a také neomezuje-li odolnost vůči mechanickému namáhání během používání dlouhou životnost výrobků. [3]

3.1.3 Určení příčin problémů při svařování

Z provedené analýzy vysokofrekvenčního svařování vyplývá, že základní podmínkou pro pojení materiálů touto metodou je termoplastičita materiálů. Ne méně důležité jsou však i specifické parametry svařovaných komponentů jako jsou: např. chemické složení, barva a apretura, struktura a měrná hmotnost. Tyto specifické parametry určují vlastnosti a chování za určitých podmínek.

Vzhledem k důležitosti specifických parametrů svařovaných materiálů byla analýza svařované usně zaměřena na operace, které mají vliv na její vlastnosti. Konečné vlastnosti usní jsou v koželužském procesu výroby dány aplikovanou povrchovou apreturou. K tomu, aby bylo možné nanést povrchovou úpravu na useň je podstatné useň předupravit. Předúpravami se získá useň požadovanou měkkost, barvu a zabrání se lámání líce. Povrchová úprava usní pak spočívá v nanášení různých apretur v podobě tenkých nátěrů na povrch předupravené usně.

Vysokofrekvenční svařování spočívá v natavení materiálu a jejich vzájemnému spojení. V případě svařování grometu s usní se nejedná o klasické vysokofrekvenční svařování, jelikož useň není termoplastický materiál. Jedná se o tzv. spojovací svařování, kdy dochází k natavení termoplastického materiálů a jeho následnému vniknutí do pórů a struktury přírodního materiálu.

U spojovacího svařování je tudíž podmínkou, aby měl materiál nepodléhající tavení takovou povrchovou strukturu, jenž by umožňovala dostatečné proniknutí nataveného materiálu.

Usně dodávané do firmy Johnson Controls jsou ovšem opatřené v nejsvrchnější vrstvě apretury silikonovým nátěrem, který má zlepšit omak a zabránit oděru. Silikonové nátěry se také používají při hydrofobních úpravách, pro zvýšení vodoodpudivosti materiálů a snížení jejich smáčivosti. Po aplikaci tohoto nátěru dojde

k zastření povrchové struktury tak, že neumožňuje pronikání kapalných látek do vnitřní struktury materiálu.

Tato povrchová úprava se pak stává příčinou špatného svaření materiálů ve vysokofrekvenčním poli.

3.1.4 Úprava povrchu svařované usně

Vysokofrekvenční svařování se používá pro spojování termoplastických materiálů. V případě spojení grometu s usní se jedná spíše o spojovací svařování. Principem spojovacího svařování je natavení termoplastického materiálu a jeho následné vniknutí do pórů a struktury přírodního materiálu, čímž dojde k vzájemnému spojení.[2]

Povrchová apretura aplikovaná na usni v podobě silikonových vosků a použítá silikonová plnidla v apretuře snižují smáčivost povrchu, a tudíž zamezují vytvoření pevného spoje s grometem. Po natavení grometu nedochází k dostatečnému proniknutí do struktury usně.

Vytvoření pevnějšího spoje vysokofrekvenčním svařováním lze dosáhnout odstraněním apretury z povrchu usně. Tato skutečnost také vychází z pokusu, který byl proveden při spojování grometu s usní. Z usně byla zbroušením pomocí mikrobrusky v místě spoje odstraněna apretura. U takto upravených vzorků došlo k pevnějšímu spojení s grometem než u usní, které nebyly upravené. Vzorky se svařovaly za stejně nastaveného proudu a po stejnou dobu, které se ve firmě běžně používají. Proud byl nastaven na 4,3 ampér a svařovalo se po dobu 3-5 sekund.

Nevýhodou tohoto řešení je samotné odstranění apretury, jelikož obroušení místa spoje musí být velmi přesné tak, aby po přivaření grometu nebyla vidět obroušená místa bez apretury.

3.2 *Návrh alternativní metody pojení*

Vzhledem k vlastnostem povrchových úprav na usních, je velice obtížné pojit gromet s usní jakoukoliv tepelnou metodou, kam patří právě i vysokofrekvenční svařování. Z tohoto důvodu byla navržena metoda lepení.

3.2.1 **Technologie lepení**

Princip lepení a jeho technologický postup je vždy v podstatě stejný a skládá se z následujících fází:

- příprava povrchu adherentu
- příprava lepidla
- nanášení lepidla
- montáž spoje
- utvoření pevného spoje.

3.2.1.1 *Příprava povrchu adherentu*

Před procesem lepení je nutné upravit povrchy lepených materiálů tak, aby se dosáhlo dobré specifické adheze a tím i pevného spoje. Nejdůležitější je pro povrch lepených materiálů, aby byly dostatečně smáčivý. Cílem této úpravy před lepení je dosáhnout maximální možné smáčivosti vybraným lepidlem. Tím se utvoří co nejlepší podmínky pro dotyk lepidla s povrchem adherentu a vznikají předpoklady pro vznik adhezivních vazeb.

Při úpravě povrchu je důležité, aby na povrchu lepených materiálů nezůstaly nějaké látky, vrstvy a nerovnosti, které by zhoršovaly přilnavost lepící vrstvy. Mimo to je cílem přípravy získání vhodných fyzikálně-chemických vlastností povrchů, které se v praxi dosahuje níže uvedenými operacemi.

Rozdělení operací, sloužících pro úpravu povrchu adherentů

1. fyzikální operace:

a. mechanické:

i. smirkování

ii. pískování

iii. obrábění

b. jiné fyzikální operace:

i. ozařování (ultrafialové, infračervené záření)

ii. ultrazvukové čištění

iii. polarizace oxidačním plamenem

iv. vysušení

2. chemické operace:

a. odmaštění:

i. tampónem

ii. v Soxhletově přístroji

iii. v páře

iv. v lázni

v. nástřikem odmašťovadel

b. moření

c. použití primerů

3.2.1.2 Příprava lepidla

Příprava lepidla na lepení je druhou fází technologie lepení, při čemž způsob přípravy lepidla na lepení záleží na faktorech jako jsou:

- druh lepidla
- stav lepidla po uskladnění
- způsob nanášení
- způsob vytvrzování

Tyto faktory nepůsobí jednotlivě, ale vzájemně se ovlivňují, což vede v krajních případech k tomu, že lepidlo není možné použít.

Příprav lepidla na lepení záleží na druhu používaného lepidla. Každé lepidlo má své určité charakteristiky jako: chemickou strukturu, počet složek, fyzikální stav (tekuté, práškové, kusové) nebo životnost lepicí směsi. Podle těchto charakteristik se

určí, jak dané lepidlo připravit. Zda je potřeba rozpouštědlo, popřípadě jaké by se mělo použít. Zda bude potřeba smíchat více složek s ohledem na jejich fyzikální stav (tekutina s práškem apod.). Podle výše uvedených charakteristik se také stanoví, jaké a kolik nádob a jiných pomůcek bude potřeba, kolik se má najednou připravit lepidla, aby se dalo zpracovat. Dle druhu lepidla se také určí, jestli je potřeba zdroje tepla, aby bylo lepidlo tekuté nebo aby se předešlo lepenému materiálu. V neposlední řadě ovlivňuje druh lepidla výběr přístroje pro nanášení lepidla a jaký způsob vytvrzování lepidla je nejvýhodnější.

Druhým faktorem, na které závisí příprava lepidla je jeho stav po uskladnění. Výrobce lepidel sám určuje čas, po který lze za určitých podmínek adhezivum skladovat. Po určité době skladování dochází u lepidel ke změnám jako je např. sedimentace tuhých složek, houstnutí, aj. Podle stavu, v jakém se lepidlo po skladování nachází, se musí zvolit operace, která pomůže dostat lepidlo opět do stavu, ve kterém je použitelné.

Způsob nanášení lepidla závisí především na velikosti a tvaru lepených materiálů. Je daný nanášecími prostředky, různými podle druhu, konstrukce spoje a viskozity lepidla. Pro nanášení se používají štětce, tuby, stříkácké pistole, polévací a máčecí zařízení, válečkové nanášecí pistole aj.

Způsob vytvrzování lepidla se odvíjí od struktury lepidla. Zpravidla je zapotřebí určitá teplota a tlak. Podle toho, zda při vytvrzování unikají rozpouštědla, probíhají chemické reakce nebo tuhne tavenina, se mění nejen podmínky, ale i příslušné přípravky (tužidla, urychlovače) a vytvrzovací zařízení (autoklávy, pece, lisy apod.).

Nejdůležitějšími operacemi pro přípravu lepidel jsou:

- *ředění*, čímž se upravuje viskozita a sušina lepidla,
- *přidávání plniv*, které má za účel jednak zvýšit viskozitu a ovlivnit tloušťku lepící vrstvy,
- *přidávání tvrdících prostředků*, které napomáhají samotnému procesu vytvrzování. Je důležité dodržet správný poměr tvrdidla a lepidla, jelikož má vliv na konečnou pevnost lepeného spoje. Tvrdidla působí za různých chemických a tepelných podmínek, což je dáno jejich chemickým složením.
- *homogenizace a odvzdušnění*. U skladovaných lepidel je důležité před jejich

použitím opět dosáhnout homogenity. K tomu se používají různé druhy míchaček a homogenizačních zařízení. Mícháním se do lepidla dostávají drobné vzduchové bublinky, které mohou ve spoji snížit jeho pevnost. Proto je důležité homogenizované lepidlo před nanášením odvzdušnit např. pomocí homogenizačních zařízení, jenž jsou schopná současně lepidlo i odvzdušnit.

3.2.1.3 Nanášení lepidel

Nanášení lepidla je mezifází, která odděluje přípravné práce od vlastního utvoření spoje. Lepidlo je ve většině případů nanášeno na oba lepené materiály. Výjimkou jsou vysoce tekutá lepidla a některá kaučuková lepidla.

Způsob nanášení lepidla závisí jak na formě lepidla, charakteru spoje, tak i na sériové výrobě spoje, která spolu s rozměrovými charakteristikami určuje druh nanášecího zařízení a jeho kapacitu. Způsoby nanášení můžeme z hlediska jejich kategorizace rozdělit na čtyři hlavní skupiny:

- a) ruční nanášení
- b) nanášení pomocí přípravků
- c) nanášení pomocí velmi výkonných zařízení
- d) nanášení pomocí tepelných procesů

Zařízení pro ruční nanášení lepidel

Štětce

Pro lepení se používají štětce s jemným a tužším vlasem, aby se dala přesněji nanést tenká vrstva a aby bylo lepidlo přesněji naneseno na lepenou plochu.

Tyčinky

Jsou určeny pro jednorázové použití. Jsou skleněné nebo dřevěné, aby se daly lépe upravit do lopatkovitého tvaru. Jsou určeny pro nanášení na malé plochy nebo do dutin.

Stěrky

Mají různou velikost a mohou být vyrobené z plechu, plastu či gumy. Podle jejich šířky se mění jejich použitelnost pro různé šířky lepené plochy. Jejich tuhost

umožňuje nanášení vysoce viskózních past a tmelů.

Tuby

Jedná se o obaly upravené přímo pro aplikaci lepidla na materiál. Některé tuby jsou vyráběné a dodávané i s různými nástavci. Změnou tvaru nástavce se mění použitelnost tuby, což je velmi výhodné. Další výhodou použití tuby je možnost velmi přesného dávkování lepidla a při použití různých nástavců lze tubu využít pro nanášení na malé plochy, do tvarovaných spojů, dutin i kombinovaných spojů.

Síta

Používají se pro nanášení práškových lepidel na různé zpravidla předeřtuté substráty. Jsou různých velikostí a jemností.

Nůžky

Uplatňují se při přesném stříhání fóliových, resp. páskových lepidel, které se následně vkládají do spoje. Nůžky musí být kvalitní, jelikož některé druhy lepidel jsou velmi tvrdé a často mají jako nosič pojiva vrstvu sklotextilu.

Zařízení pro nanášení pomocí přípravků

Injekční stříkačka

Jsou určené pro nanášení velmi tekutých lepidel, která jsou dobře rozpustná, aby se následně daly jehly lehce vyčistit. Jsou vhodné pro nanášení do nepřístupných spojů a prostorů. Jejich výhodou je velmi přesné dávkování. Často se používají pro nanášení rozpouštědel při lepení plastů.

Vytláčecí pistole

Jedná se o injekční stříkačky vybavené pružinovým zařízením nebo zařízením na stlačený vzduch, aby mohly vytlačit i velmi hustá lepidla. Pistole jsou ukončené nástavci různých tvarů, kterými je lepidlo nanášeno do spoje.

Ruční válcové natěrače

Jsou konstruované na způsob malířských natíracích válečků. Většinou se skládají ze zásobovací vaničky opatřené rukovětí, soustavy vlhčících válců a posledního nanášecího válce.

Ruční nožové natěrače

Hlavním konstrukčním prvkem nožového natěrače je přípravek, do kterého se montuje natírací nůž z gumy, plastu nebo kovu opatřený rukojetí a nástavcem na uchycení zásobovací nádržky.

Mechanické dávkovače lepidel a nanášecí zařízení

Jsou sestaveny pro větší sériovou výrobu a pro předem danou operaci. Zařízení různých typů a velikostí se liší hlavně přesností dávkování, jednoduchou konstrukcí a kapacitou. Tato zařízení často dodávají výrobci lepidel.

Automatické dávkovače

Jedná se obvykle o větší, jednoúčelová zařízení, která jsou součástí linek na lepení různých částí složitých výrobků.

Zařízení pro nanášení lepidla na velké plochy

Vysokovýkonné způsoby nanášení lepidel na velké plochy principiálně vychází ze zařízení používaných pro nanášení ochranných nátěrů.

Vzhledem k našemu případu, kde nebudou lepeny velké plochy, budou v této kapitole zařízení pouze vyjmenována.

Mezi zařízení tohoto typu se řadí:

- polévací zařízení
- válcové zařízení se stíracím nožem
- válcové zařízení se vzdušným nožem
- válcové zařízení s natíracím válcem
- bezvzduchové stírací zařízení
- zařízení pro elektrostatické nanášení

Nanášení lepidla za tepla

Tyto způsoby se používají při lepení tavnými lepidly nebo i práškovými reaktivními lepidly.

Nanášení lepidel natavováním

Klasická tavná lepidla v tyčinkách nebo v kostkách se nanášejí na lepený povrch

tavným elementem (nejčastěji kotouč či válec). K tavnému elementu, který je nejčastěji vyhříván elektricky na teplotu tavení lepidla, se přiloží lepidlo. Lepidlo se roztaví a rotující kotouč přenesení taveninu na podložený lepený materiál. Tato lepidla a postup se používá při výrobě obuvi.

3.2.1.4 Vytvoření vlastního spoje

Vytvoření vlastního lepeného spoje je konečnou fází technologie lepení a zpravidla se dělí na dva druhy operací, které jsou níže popsány.

Vytvoření mechanických podmínek pro vznik spoje

Po nanesení lepidla na lepený materiál nezůstává lepidlo pasivní, ale začíná se např. odpařovat rozpouštědlo nebo začne vytvrzovací reakce. Z těchto důvodů může uplynout pouze ohraničený čas od okamžiku nanesení adheziva na povrch adherentu až po přiložení druhého lepeného materiálu. Tento čas se nazývá otevřený čas.

V době otevřeného času se přikládají lepené materiály k sobě. Při spojování konstrukce se zpravidla používají vhodné přípravky, aby se zabezpečila vhodná paralelnost lepených povrchů a tím se dosáhlo rovnoměrnému rozvrstvení lepidla. Tato operace se nazývá montáž spoje a použitý přípravek musí vytvořit předepsaný tlak a zafixovat spojované části.

Předepsaný tlak je většinou stanoven výrobcem lepidla. Pomocí tlaku se dosáhne určité tloušťky vrstvy lepidla a jejímu dokonalému přilnutí k lepeným povrchům. Použitý tlak současně napomáhá lepidlu proniknout do povrchových pórů a nerovností, čímž se zvětšuje mechanické ustálení.

Vytvoření podmínek pro vznik adhezivních vazeb

Pokud se slepované materiály spojují až po uplynutí otevřeného času, je potřeba aplikovanou vrstvu lepidla reaktivovat. Oživení se dosáhne buď nanesením další vrstvy lepidla, natavením, nebo reaktivací pomocí rozpouštědla, které se natře na povrch zaschlé lepící vrstvy.

Spojování lepených materiálů po uplynutí otevřeného času se používá při lepení velmi různorodých materiálů, jejichž spojení vyžaduje dvě vrstvy různých lepidel. První vrstva nanesená na jeden z povrchů se nechá zaschnout a druhé lepidlo pak spojuje dva povrchy s navzájem výhodnějšími poměry. Vzniku vazeb napomáhá zvýšená teplota.

Reaktivace lepidla působením tepla dochází v pecích, autoklávech nebo ve

vyhříváních lisech. Některé typy lepidel a lepených materiálů se natavení provádí pomocí vysokofrekvenčního záření nebo ultrazvukem.

U menších výrobků se pro vytvrzování používají sušící pece s možnou regulací teploty přibližně do 200 °C. Pokud lepidlo nevyžaduje zvýšenou teplotu pro vytvrzování, je nejjednodušší vytvrzovat za normálních podmínek.

3.2.2 Charakteristika vybraných druhů lepidel

Pro lepení plastů s usní se nejčastěji používají kaučuková lepidla vytvrzováním za tepla i za studena, méně jsou požívaná lepidla na bázi polyvinilacetátu, modifikovaných akrylátů a polyuretanů.

Kaučuková lepidla

Základem kaučukových roztokových lepidel je přírodní i syntetický elastomer. Pro přípravu těchto lepidel se používají rozpouštědla jako jsou technické benzíny, toluen, aceton apod. Některé typy kaučukových roztokových lepidel se již vyrábí jako nehořlavé nebo se sníženou hořlavostí. Vysoká hořlavost kaučukových roztokových lepidel je jejich nevýhodou, proto se při práci s nimi musí dodržovat bezpečnostní předpisy např. ČSN 65 02 01. Tato lepidla jsou také zdraví škodlivá. Mimo těchto nevýhod má tento druh lepidel i své výhody. Spoje vytvořené kaučukovým roztokovým lepidlem jsou odolné proti vodě, povětrnostním vlivům a některým chemikáliím. Výhodou je také jejich krátká otevřená doba, možnost přípravy s různou konzistencí a jsou vhodná pro velké množství adherentů.

Chloroprénová lepidla

Chloroprénová lepidla se vyrábí ze syntetických kaučuků, pro jejich přípravu se používají organická rozpouštědla a proces vytvrzování probíhá za normální teploty. Jedná se prakticky o univerzální adheziva, a proto mají široké využití. Chloroprénová lepidla lepí prakticky všechny druhy materiálů kromě polyetylénu a teflonu, které je třeba speciálně povrchově upravit. Na přípravu těchto lepidel se používají různé kombinace organických rozpouštědel např. benzín, aceton, toulén (1:1:1). V České republice se lepidla tohoto druhu vyskytují např. pod značkou Chemopren, Vulkolep aj.

Lepidla na bázi polyuretanových kaučuků

Lepidla na bázi polyuretanových kaučuků se připravují rozpouštěním polyuretanových elastomerů v organických rozpouštědlech. Lepidla z polyuretanových elastomerů se používají především pro lepení měkčeného PVC a některých typů syntetických usní.

Kaučuková latexová lepidla

Kaučuková latexová lepidla se připravují z latexů přírodních i syntetických. Mají prakticky stejné výhody i nevýhody jako lepidla disperzní. Jejich výhodou je možnost lepení adherentů s vyšší vlhkostí, ředitelnost vodou ad. Spojе vytvořené těmito lepidly však mají nižší pevnost, nižší odolnost proti vodě a jeden z adherentů musí být nasákavý.

Termoplastická lepidla

Do této skupiny lepidel se řadí lepidla na bázi polyvinylacetátu a lepidla tavná. Termoplastická lepidla umožňují lepit nejrůznější typy adherentů, při čemž vytváří poměrně pružné spoje. Převážně se používají na lepení nekovových adherentů, např. některých plastů, kůže, lepenky, aj.

Polyvinylacetátová lepidla

Polyvinylacetátová *lepidla* se zpracovávají na roztoková a disperzní. Polyvinylacetát je rozpustný ve většině organických rozpouštědlech jako je např. aceton, ethylalkohol, toulén aj. Nevýhodou disperzí tohoto lepidla je pomalé odpařování rozpouštědla, tudíž se doporučuje nasákavost alespoň jednoho z lepených materiálů. Roztoková lepidla se používají také na nasákavé materiály jako je papír, dřevo, kůže nebo textil.

Tavná lepidla

Tavná lepidla jsou při normální teplotě pevné, termoplastické bezrozpouštědlové materiály, které je nutné před aplikací na povrch adherentu roztavit. Tavenina po nanesení na adherent ztuhne za velmi krátký čas a vytvoří pevný spoj. Tato lepidla se aplikují pomocí nástrojů, které mají vyhřívaný zásobník. Používají se v nábytkářském, obuvnickém i oděvním průmyslu, jelikož je lze použít pro široký sortiment adherentů. Tavná lepidla neobsahují rozpouštědla a většinou jsou netoxická. [7]

Pro určení nejvhodnějšího druhu lepidel je možné kontaktovat firmy vyrábějící uvedené druhy lepidel. Na českém trhu v tomto oboru podniká společnost Lear, a.s.,

která také nabízí výrobu lepidla „na míru“.

3.2.3 Technologie lepení grometu s usní

V této kapitole bude popsán technologický postup lepení grometu spolu s usní, při čemž se bude vycházet z teorie popsané v předcházejících kapitolách.

Příprava povrchu adherentu

Cílem přípravy adherentu pro lepení je zvýšení smáčivosti povrchu lepeného materiálu tak, aby vznikly dostačující adhezivní vazby.

Jelikož gromet je součástka vyrobená z měkčeného polvinylchloridu, je nutné povrch před lepením odmastit. Plasty se odmašťují buď pomocí organických rozpouštědel, nebo alkalickými odmašťovadly, která oproti rozpouštědlům méně kontaminují prostředí.

U druhého lepeného materiálu (usně) je na povrchu aplikovaná hydrofobní úprava v podobě silikonového nátěru. Tato úprava zabraňuje smáčivosti povrchu lepené usně. Smáčivost patří mezi nejdůležitější fyzikální vlastnosti adherentu v případě použití lepidla, které vyžaduje, aby alespoň jeden z lepených materiálů měl savý povrch. V případě použití tohoto lepidla je pak nutné odstranění silikonového filmu např. zbrúšením apretury, čímž se zvýší smáčivost povrchu.

Nanášení lepidla

Vzhledem k vybraným typům lepidel lze nanášet adheziva pomocí přípravků jako je injekční stříkačka, mechanické dávkovače či automatizované dávkovače. Při použití tavných lepidel je možné aplikovat lepidlo pomocí vytlačovací pistole s vyhřívaným zásobníkem.

Jelikož gromet je součástka vyrobená z měkčeného polvinylchloridu, je nutné povrch před lepením odmastit. Plasty se odmašťují buď pomocí organických rozpouštědel, nebo alkalickými odmašťovadly, která oproti rozpouštědlům méně kontaminují prostředí.

U druhého lepeného materiálu (usně) je na povrchu aplikovaná hydrofobní úprava v podobě silikonového nátěru. Tato úprava zabraňuje smáčivosti povrchu lepené usně. Smáčivost patří mezi nejdůležitější fyzikální vlastnosti adherentu v případě použití lepidla, které vyžaduje, aby alespoň jeden z lepených materiálů měl savý

povrch. V případě použití tohoto lepidla je pak nutné odstranění silikonového filmu např. zbrúšením apretury a tím zvýšit smáčivost.

3.3 Porovnání stávající metody vysokofrekvenčního svařování s metodou lepení

Výhody vysokofrekvenčního svařování:

- krátký technologický postup, který spočívá pouze ve svaření termoplastických materiálů
- vytvoření spoje během několika sekund
- mimo svařovacího přístroje není potřeba dalších pomůcek pro vytvoření spoje

Nevýhody vysokofrekvenčního zřívání:

- při svařování termoplastického materiálu s materiálem, který se netaví, je nutné, aby netermoplastický materiál umožňoval dostatečné proniknutí termoplastu do své struktury. Pokud toto nezajišťuje je potřeba upravit povrch netermoplastického materiálu.
- v případě usně se silikonovým nátěrem je důležité odstranění apretury, čímž se značně prodlužuje technologický postup

Výhody lepení:

- lepení umožňuje spojovat materiál libovolného složení
- k utvoření spoje není potřeba náročné přístroje

Nevýhody lepení:

- delší technologický postup
- utvoření spoje trvá déle než u vysokofrekvenčního pojení. Rychlost vytvoření spoje se odvíjí od zvoleného druhu lepidla.
- v případě použití lepidel, vyžadujících savost materiálů, se musí také upravit povrch adherentů

3.4 Ekonomické zhodnocení navržené metody

Ekonomické hodnocení bude vycházet s porovnání pořizovacích nákladů obou technologií, při čemž je důležité na začátku zdůraznit, že u vysokofrekvenčního

svařování není do pořizovacích nákladů zahrnuto pořízení svařovacího přístroje.

Navržená metoda lepení je z hlediska pořizovacích nákladů náročnější než zachování stávající metody vysokofrekvenčního svařování a pouhé upravení povrchu usně.

Při použití metody lepení lze zahrnout do pořizovacích nákladů:

- *pořízení vhodného typu lepidla* – volba lepidla závisí na vlastnostech lepeného materiálu. V dnešní době již existují společnosti vyrábějící lepidla a poskytující poradenství při výběru vhodného lepidla včetně zkoušek. Na českém trhu je představitelem společnost Lear, a.s., která nabízí také možnost přípravy lepidel „na míru“.
- *prostory pro uskladnění lepidla*
- *prostor pro lepení*
- *pořízení zařízení pro aplikaci lepidel* (aplikátory jsou někdy dodávány s lepidlem přímo od výrobce)
- *prostory pro předúpravu materiálu* – pokud daný typ lepidla vyžaduje savost alespoň jednoho z lepených materiálů, je důležité odstranění povrchové apretury broušením. Pro broušení je zapotřebí izolovaný prostor, aby nedocházelo k zanášení ostatních strojů v provozu prachem.

Při ponechání stávající metody vysokofrekvenčního svařování patří do pořizovacích nákladů:

- *pořízení brusky pro vybroušení spojovaného místa*
- *prostory pro broušení* – izolované prostory od ostatního provozu, aby nedocházelo k zanášení ostatního provozního zařízení.

Z výše uvedeného vyplývá, že nákladově bude vyšší změna metody na lepení než ponechání stávající metody vysokofrekvenčního svařování. Nejnákladnější pak u zavedení metody lepení budou poradenské služby. Změna metody na lepení je také časově náročnější, ale pouze pro zavedení do provozu. Samotné vytvoření lepeného spoje není tak zdoluhavé, pokud se nebudou materiály ještě před lepením upravovat např. broušením. Při ponechání vysokofrekvenčního svařování je nevýhodou právě zdoluhavá příprava materiálu před svařením.

Z hlediska pořizovacích nákladů se jeví jako výhodnější ponechání metody vysokofrekvenčního svařování a zavedení předúpravy usně. Na druhou stranu lepení pak představuje časově méně náročnou metodu, pokud bude použito lepidlo pro nesavé materiály, jelikož se zkrátí doba přípravy materiálů před samotným pojením.

U metody lepení nelze stanovit konečné pořizovací náklady číselně, jelikož výše těchto nákladů se odvíjí od ceny služeb za poradenství při výběru lepidel. Cena lepidla pak závisí na složkách, ze kterých bude lepidlo vyrobeno. Co se týká přístroje pro aplikaci lepidla, je ve většině případech dodáván výrobcem podle daného druhu lepidla.

Při ponechání metody vysokofrekvenčního svařování je hlavní pořízení brusky pro úpravu povrchu usně. Mikrobrusky se pohybují na českém trhu od 6000 Kč – 12 000 Kč (uvedeny ceny mikrobrusek firmy Gison , které v České republice prodává RP Tools).

Vzhledem k tomu, že spojení grometu s usní je pouze mezioperační fází při výrobě potahů na autosedačky, není možné přesně určit náklady pro vytvoření jednoho spoje a tak porovnat náklady u spoje vytvořeného lepením s náklady na vytvoření spoje vysokofrekvenčním svařováním.

Změna stávající metody i zavedení lepení vyžadují pracovní síly navíc. U úpravy povrchu pro vysokofrekvenční pojení je potřeba zaměstnance, který by zbrušoval povrch usně na místech vytvoření spoje. U lepení je zapotřebí minimálně jednoho zaměstnance, jelikož se jedná o delší technologický postup. Ovšem délka postupu opět závisí na druhu zvoleného lepidla, neboť u tavných lepidel není potřeba připravovat lepidlo. Tavné lepidlo se pouze zahřeje na teplotu předepsanou výrobcem. Zvolení roztokových lepidel pro lepení by pak vyžadovalo zaměstnance na předúpravu povrchu adherentu a dalšího zaměstnance na přípravu lepidla a vytvoření spoje.

Z hlediska času potřebného na přípravu před vytvořením spoje náročnější svařování, před nímž se musí povrch usně obrousit. Časově náročné se pak stává i lepení pomocí roztokových lepidel, která také vyžadují odstranění apretury. Pokud by byla použita lepidla pro lepení dvou nesavých materiálů, není nutné odstraňovat apreturu.

Z hlediska pořizovacích nákladů je méně výhodné lepení, což souvisí s tím, že by se jednalo o celkovou změnu metody pojení. U lepení však není potřeba odstraňovat apreturu broušení, jestliže se použije vhodné lepidlo. Určitou nevýhodu také představuje čas potřebný k vytvrzení lepidla, jelikož se gromet spojuje s konkrétní částí usně, ze

které je dále ušit potah na autosedačky. Lepení se stává také finančně náročnějším vzhledem k počtu zaměstnanců, potřebných pro proces lepení.

4. Závěr

Cílem této práce bylo zjištění důvodu vytvoření nedostatečně pevného spoje při vysokofrekvenčním svařování součástky z měkčeného polyvinylchloridu spolu s usní.

Po analýze metody vysokofrekvenčního svařování bylo zjištěno, že pro kvalitní sváření je mimo jiné důležitá rovnoměrnost ohřevu, která závisí na homogenitě materiálu, rovnoměrnosti tloušťky materiál. Vysokofrekvenční svařování je dále ovlivněno specifickými parametry materiálu, např. chemickým složením, teplotou tání, barvou a apreturou, strukturou a měrnou hmotností, které určují vlastnosti a chování za určitých podmínek, tedy i v elektrickém poli.

Dalším výchozím bodem pro stanovení příčiny špatného spoje byla analýza předúprav a povrchové úpravy usní, jelikož vysokofrekvenční svařování se řadí mezi endotermické svařování, kdy dochází k zahřátí materiálů na stranách spoje. Předúpravy usní jsou popsány stručně, jelikož je jejich cílem připravit useň pro povrchovou úpravu. U povrchové úpravy dochází k aplikaci různých apretur, které slouží k vylepšení vlastnosti usní. V kapitole povrchová úprava usně byly z tohoto důvodu popsány podrobněji složky, které může koželužská apretura obsahovat. Při analýze používaných usní se také zjišťovalo od dodavatele konkrétní složení apretury.

Díky analýze vysokofrekvenčního svařování a analýze usně byla zjištěna příčina nedostatečně pevného spoje uvedených materiálů. Dodavatel usní aplikuje jako poslední nátěr silikonové vosky, které mají dodat povrchu požadovaný omak a poskytovat odolnost v oděru. Tímto nátěrem však useň získala další vlastnost v podobě hydrofobity povrchu, čímž je zamezeno smáčení povrchu.

Klasické vysokofrekvenční svařování spočívá v natavení termoplastických materiálů a jejich následnému spojení. V případě svařování usně s grometem se nejedná o spojení dvou termoplastických materiálů. Jde o spojovací svařování, u něhož je podstatou natavení termoplastického materiálu, který poté vnikne do struktury druhého materiálu, jenž není termoplastický a tím se vytvoří spoj. Vzhledem k tomu, že useň obsahuje na povrchu silikonový film, je znemožněno proniknutí nataveného grometu až do vláknité struktury, čímž dochází k vytvoření málo pevného spoje.

Na základě těchto informací není možné použít metody spojení, u nichž se vytváří spoj natavením termoplastického materiálu a jeho vniknutím do struktury

materiálu druhého. Proto byla doporučena jako náhradní metoda metoda lepení. U lepení roztokovými lepidly je však také problémem nátěr v podobě hydrofobní úpravy, jelikož tato lepidla vyžadují alespoň jeden lepený povrch savý. Pro lepení těchto materiálu lze ale také použít tavná lepidla.

Jako další řešení se pak nabízí odstranění apretury z povrchu usně, které by umožňovalo jak použití roztokových lepidel, tak i ponechání vysokofrekvenčního svařování. V našem případě byla apretura odstraněna broušením, čímž došlo ke zvýšení smáčivosti povrchu usně.

Při porovnání složek pořizovacích nákladů u metody lepení a metody vysokofrekvenčního svařování, kde dochází pouze k úpravě povrchu usně, vychází metoda lepení jako nákladnější. Výhodou lepeného spoje však je kratší doba úpravy povrchu materiálu a menší pracnost.

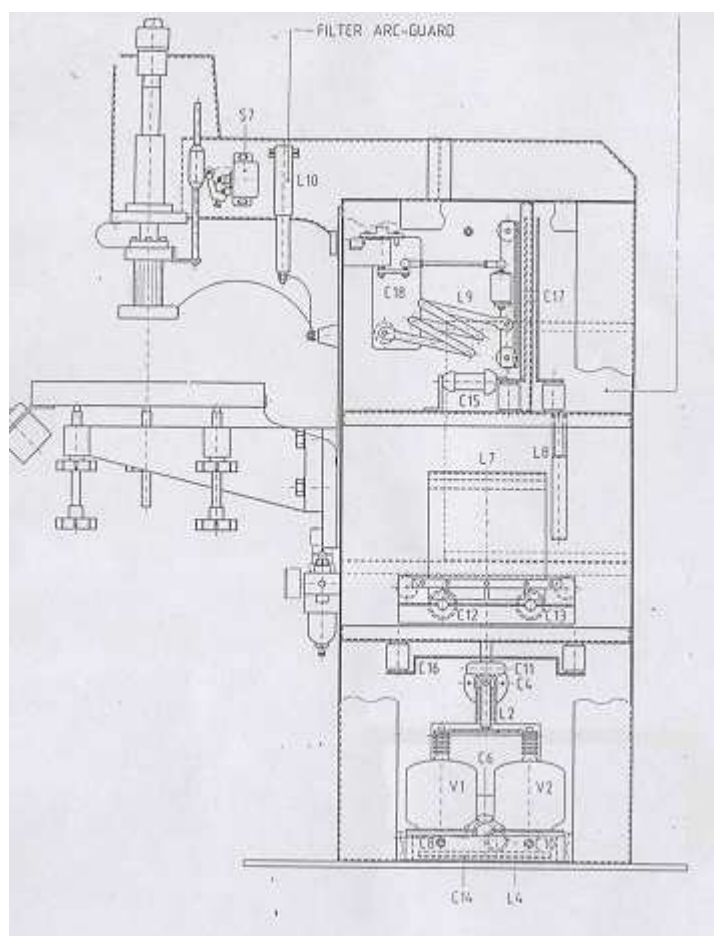
5. Seznam použité literatury

- [1] Motejl, V.: Technologie II. – oděvnictví, Liberec: Severografia, 1980
- [2] Motejl, V.: Stroje a zařízení v oděvní výrobě, Praha: SNTL, 1984
- [3] Blažej, A. a kol.: Technologie kůže a kožešin, Praha: SNTL/ALFA, 1984
- [4] Pastrnek, R. a Vlach, P.: Finální úpravy textilií, Liberec: TU, 2002
- [5] Čada, O.: Lepení plastů a pryže navzájem a s jinými materiály, Praha: ČSVTS, 1985
- [6] Kovačič, L.: Lepenie kovov a plastov, Bratislava: ALFA a Praha: SNTL, 1980
- [7] Komárek, Z.: Prehľad lepidel, Bratislava: ALFA, 1987
- [8] Manuál pro použití stroje Colpitt 3 kW

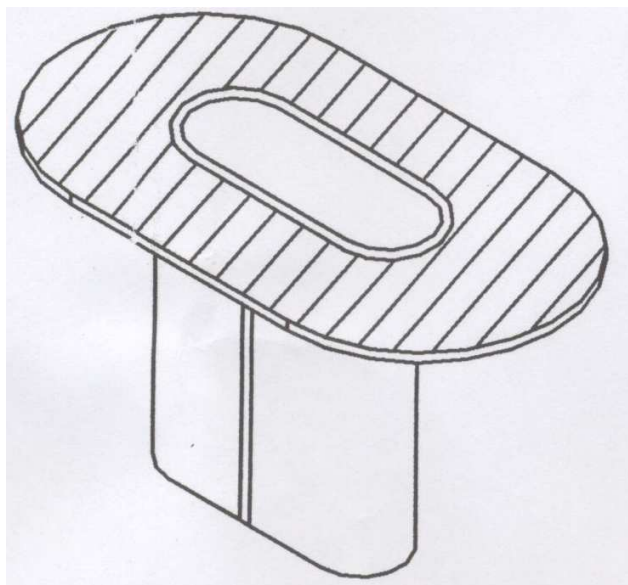
6. Seznam příloh

- Příloha č.1:** Schéma přístroje Colpitt 3 kW
- Příloha č.2:** Nákres součástky z měkčeného polvinylchloridu tzv. gromet
- Příloha č.3:** Přehled operací přípravy lepidel pro nanášení

Příloha č.1: Schéma přístroje Colpitt 3 kW [1]



Příloha č.2: Nákres součástky z měkčeného polvinylchloridu tzv. gromet [2]



Příloha č.3: Přehled operací přípravy lepidel pro nanášení [3]

Fyzikální stav lepení	Druh lepidla	Pořadí operací					
		1	2	3	4	5	6
Kapalné	rozpouštědlová	odstranění nečistot, shluků	homogenizovat	upravení viskozity rozpouštědly, plnidly	-	homogenizovat	plnění nanášecího zařízení
	reaktivní-jednosložková	-	-	kontrola uzávěru tuby	-	-	upravení tuby pro nanášení
	reaktivní-dvousložková	odstranění nečistot, shluků	homogenizovat	upravení viskozity ředidlem, plnidlem	přidání katalyzátorů, tužidel, urychlovačů	homogenizovat	plnění nanášecího zařízení
Pasty	balené v tubách	upravit uzávěr tuby	-	-	-	-	nanášení z tuby
	balené v konzervách	očištění vrchu konzervy	homogenizovat	příprava vhodné směsi	-	-	plnění nanášecího zařízení
Tuhé	fólie	odmaštění povrchu, setření prachu	-	řezání na tvar a formát spoje	aktivování (teplem, rozpouštědlem)	-	vložení do spoje
	prášky	prosévání	-	rozpuštění v rozpouštědle	-	homogenizovat	plnění nanášecího zařízení
	tavné	prosévání	-	-	-	-	nanášení a tavení
	kusové	odstranění přilepeného	-	-	upevnění k tavícímu prvku	-	tavení a nanášení
	Živice	odstranění hrubých nečistot	-	mletí na prášek	dále jako práškové	-	plnit nanášecí zařízení

Seznam literatury použité v přílohách

- [1] Technická dokumentace k přístroji Colpitt 3 kW, Johnson Controls Automotive
- [2] Technický náčrtek grometu, Johnson Controls Automotive
- [3] Kovačič, L.: Lepenie kovov a plastov, Bratislava: ALFA a Praha: SNTL, 1980